

DB4403

深圳市地方标准

DB4403/T 401—2023

海洋碳汇核算指南

Ocean carbon sink accounting guidance

2023-12-13 发布

2024-01-01 实施

深圳市市场监督管理局 发布

目 次

| | |
|---------------------------------|-----|
| 前言 | II |
| 引言 | III |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和定义 | 1 |
| 4 海洋碳汇核算原则和工作流程 | 2 |
| 4.1 核算原则 | 2 |
| 4.2 核算工作流程 | 3 |
| 5 确定核算周期及边界 | 3 |
| 5.1 核算期 | 3 |
| 5.2 核算边界 | 3 |
| 6 识别吸收汇 | 4 |
| 7 海洋碳汇量核算 | 4 |
| 7.1 总碳汇量核算方法 | 4 |
| 7.2 活动碳汇量核算方法 | 8 |
| 7.3 收集活动数据 | 10 |
| 7.4 确定排放因子 | 10 |
| 7.5 计算海洋碳汇量 | 10 |
| 7.6 汇总碳汇量 | 11 |
| 8 数据质量管理与改进 | 11 |
| 8.1 数据质量管理 | 11 |
| 8.2 数据质量分析 | 12 |
| 8.3 数据质量改进 | 12 |
| 9 编制海洋碳汇核算报告 | 13 |
| 附录 A（资料性） 海洋碳汇核算辅助表格 | 14 |
| 附录 B（资料性） 常见吸收汇的活动数据来源 | 16 |
| 附录 C（资料性） 海洋碳汇核算中的排放因子及参数 | 17 |
| 附录 D（资料性） 建立海洋碳汇信息管理体系 | 19 |
| 附录 E（资料性） 不确定性分析 | 20 |
| 附录 F（资料性） 海洋碳汇核算报告框架 | 22 |
| 参考文献 | 25 |

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由深圳市生态环境局提出并归口。

本文件起草单位：深圳市生态环境局大鹏管理局、深圳市生态环境局、深圳排放权交易所有限公司、深圳市标准技术研究院。

本文件主要起草人：张原、陈声藩、薛天、吴思玥、肖思琪、田艺萌、林琳、刘洋、许立杰、张艺玮、王琼、王紫丹、刘洁、王维春、黄祥燕、欧阳珊、陈振容。

引 言

为贯彻落实《粤港澳大湾区发展规划纲要》（2019年第7号）和《中共中央国务院关于支持深圳建设中国特色社会主义先行示范区的意见》（2019年第24号）中关于支持深圳建设全球海洋中心城市的相关精神，推进深圳市规范化开展海洋碳汇核算工作，制定本文件。

本文件可为深圳市（含深汕特别合作区）行政区域内开展各项海洋工作的行政机关、企事业单位、其他社会组织和团体提供核算工具，助力于项目执行单位自主开展碳汇盘查和第三方机构开展碳汇核查，助力于温室气体清单编制、国家自主贡献目标摸底。

海洋碳汇核算指南

1 范围

本文件规定了海洋碳汇核算的原则和 workflow、核算期与边界的确定、吸收汇的识别、碳汇量的核算、数据质量管理与改进以及核算报告的编制。

本文件适用于深圳市（含深汕特别合作区）行政区域内海洋碳汇量的核算。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

HY/T 0305—2021 养殖大型藻类和双壳贝类碳汇计量方法 碳储量变化法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

海洋碳汇 ocean carbon sink

浮游植物、底栖植物、贝类、螺类、甲壳动物、红树林、盐沼植物等从空气或海水中吸收、储存二氧化碳的过程、活动和机制。

[来源：HY/T 0349—2022, 3.1, 有修改]

3.2

活动碳汇 anthropogenic carbon sink

生态系统内生物受人为干预影响额外从外界吸收、储存二氧化碳的过程、活动和机制。

注：生态系统内生物，本文件特指海洋生态系统内浮游植物、底栖植物、贝类、螺类、甲壳动物、红树植物、盐沼植物等生物。

3.3

吸收汇 sink

从大气中去除温室气体、气溶胶或温室气体前体的任何过程、活动或机制。

注：本文件特指海洋生态系统内生物自然生长和人为干预过程中从空气或海水中吸收、储存的过程、活动或机制。

3.4

浮游植物 phytoplankton

生活于水域上层、自养性的浮游生物。

[来源：GB/T 15919—2010, 4.16]

3.5

底栖植物 phytobenthos

生活于海底上的植物，主要是大型藻类和其它中小型、微型藻类以及海草。

[来源：GB/T 15919—2010, 5.6, 有修改]

3.6

红树林 mangroves

在热带和亚热带潮间带，以红树植物为主体的各种耐盐的乔木和灌木组成的潮滩湿地木本生物群落。

[来源：HY/T 0349—2022，3.2]

3.7

盐沼 saltmarsh

分布在河口或海滨浅滩含有大量盐分的湿地。

[来源：GB/T 15919—2010，5.55]

3.8

沉积物 sediment

可以由地表水体携带、并最终沉着在水体底部，形成底泥状的任何物质：通常是黏土、泥沙、有机质及各种矿物的混合物，经过长时间物理、化学、生物等作用及水体传输而沉积于水体底部所形成。

注：本文件特指海洋生物通过沉积作用或自然掉落沉降在海洋生态系统底部的遗体、碎屑、根系分泌物等含碳物质。

[来源：GB/T 39792.2—2020，3.2]

3.9

生境 habitat

生物栖息地的生态环境，包括生物所必需生存条件及其他生态因素。

[来源：GB/T 15919—2010，2.17]

3.10

排放因子 emission factor

量化每单位活动的气体排放量或清除量的系数。

注：通常基于测量数量的一个抽样个案，在给定操作条件下对某一活动水平平均得到的代表性排放速率。

4 海洋碳汇核算原则和 workflow

4.1 核算原则

4.1.1 完整性

包括深圳市（含深汕特别合作区）行政区域内海洋生物吸收、储存的所有二氧化碳。

4.1.2 一致性

在每个核算期之间，海洋碳汇核算所涉及的所有要素保持一致。

4.1.3 可比性

使用本文件规定的方法和要求进行核算和报告，核算数据间可以进行比较。

4.1.4 准确性

尽可能减少偏差。

4.1.5 透明性

所用假定和方法有明确的解释，便于使用该报告信息的人员在合理的置信度内做出决策。

4.1.6 保守性

使用保守的假定与数值，以确保不高估碳汇量。

4.2 核算工作流程

海洋碳汇核算工作流程如图1所示。

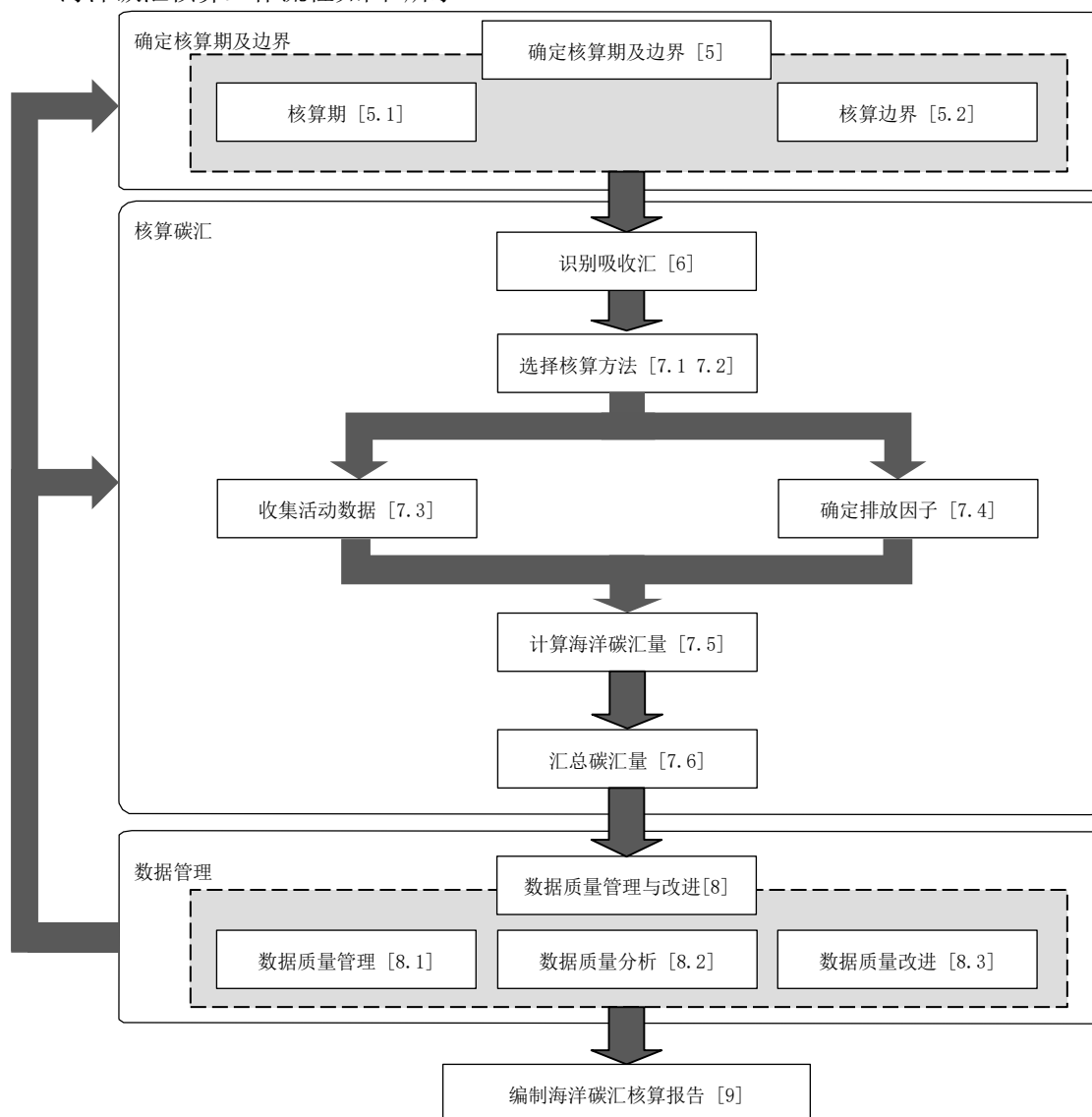


图1 海洋碳汇核算工作流程

5 确定核算期及边界

5.1 核算期

5.1.1 选择合适的连续的时间区间，该时间区间内海洋碳汇的信息数据均可被核查。

5.1.2 核算范围内所有碳汇子项的核算保持一致。

5.2 核算边界

5.2.1 海洋碳汇总碳汇核算边界：深圳市（含深汕特别合作区）行政区域内拟进行海洋碳汇量核算的目标海域的地理范围，既包括自然生长活动的海洋碳汇，也包括人为干预活动的海洋碳汇。

5.2.2 海洋碳汇活动碳汇核算边界：拥有海域使用权或被授予经营权的企事业单位或社会团体实施人为干预活动并形成海洋碳汇增汇的地理范围。

5.2.3 按上述描述明确拟核查海洋碳汇的核算边界。

6 识别吸收汇

6.1 识别海洋碳汇的吸收汇并形成文件，相关示例见表 A.1。

6.2 识别的海洋碳汇的吸收汇包括海洋生态系统生物自然生长和人为干预过程中从空气或海水中吸收、储存二氧化碳的过程、活动或机制。

注：净吸收符号为“+”，净排放符号为“-”。

7 海洋碳汇量核算

7.1 总碳汇量核算方法

7.1.1 总碳汇量

海洋总碳汇量按式（1）计算。

$$CO_{2\text{总碳汇量}} = \sum_{i=1}^N CO_{2i} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

$CO_{2\text{总碳汇量}}$ ——海洋碳汇总碳汇量，单位为吨（t）；

CO_{2i} ——第*i*种海洋碳汇类型（包括浮游植物和底栖植物、贝类、螺类、甲壳动物、红树林植物、盐沼植物、沉积物等）的碳储量变化的CO₂固存量。

7.1.2 浮游植物和底栖植物碳储量变化的 CO₂固存量

7.1.2.1 浮游植物和底栖植物碳储量变化的CO₂固存量的计算

浮游植物和底栖植物碳储量变化的 CO₂固存量按式（2）计算。

$$CO_{2\text{浮游植物和底栖植物}} = (C_{\text{浮游植物和底栖植物}t2} - C_{\text{浮游植物和底栖植物}t1}) \times \frac{44}{12} \dots \dots \dots (2)$$

式中：

$CO_{2\text{浮游植物和底栖植物}}$ ——浮游植物和底栖植物碳储量变化的CO₂固存量，单位为吨（t）；

$C_{\text{浮游植物和底栖植物}t2}$ ——核算期开始时刻浮游植物和底栖植物碳储量变化的固碳量，单位为吨碳（tC）；

$C_{\text{浮游植物和底栖植物}t1}$ ——核算期截止时刻浮游植物和底栖植物碳储量变化的固碳量，单位为吨碳（tC）；

$\frac{44}{12}$ ——CO₂与C的相对分子质量之比。

7.1.2.2 浮游植物和底栖植物碳储量变化的固碳量的计算

式（2）中的浮游植物和底栖植物碳储量变化的固碳量基于式（3）计算。

$$C_{\text{浮游植物和底栖植物}} = \sum_{i=1}^N P_{\text{植物}} \times K_{\text{植物}} \times CF_{\text{植物}} \dots \dots \dots (3)$$

式中：

N ——品种数量；

$P_{植物i}$ ——第 i 种浮游植物或底栖植物的湿重，单位为吨（t）；

$K_{植物i}$ ——第 i 种浮游植物或底栖植物的干湿重转换系数，单位为百分比（%）；

$CF_{植物i}$ ——第 i 种浮游植物或底栖植物干质量含碳率，单位为吨碳每吨（tC/t）。

注：该方法也适用海藻场碳储量变化的CO₂固存量核算。

7.1.3 贝类、螺类、甲壳动物的CO₂固存量

7.1.3.1 贝类、螺类、甲壳动物的CO₂固存量的计算

贝类、螺类、甲壳动物的CO₂固存量按式（4）计算。

$$CO_{2\text{贝类、螺类、甲壳动物}} = (\Delta C_{\text{贝类}} + \Delta C_{\text{螺类}} + \Delta C_{\text{甲壳动物}}) \times \frac{44}{12} \dots \dots \dots (4)$$

式中：

$CO_{2\text{贝类、螺类、甲壳动物}}$ ——贝类、螺类、甲壳动物的CO₂固存量，单位为吨（t）；

$\Delta C_{\text{贝类}}$ ——贝类的固碳量，单位为吨碳（tC）；

$\Delta C_{\text{螺类}}$ ——螺类的固碳量，单位为吨碳（tC）；

$\Delta C_{\text{甲壳动物}}$ ——甲壳动物的固碳量，单位为吨碳（tC）。

注：贝类、螺类、甲壳动物的CO₂固存量核算方法相似。

7.1.3.2 贝类CO₂固存量的计算

7.1.3.2.1 式（4）中的贝类固存的碳量基于式（5）计算。

$$\Delta C_{\text{贝类}} = C_{\text{贝类}t2} - C_{\text{贝类}t1} - C_{\text{饵料}} \dots \dots \dots (5)$$

式中：

$\Delta C_{\text{贝类}}$ ——贝类的固碳量，单位为吨碳（tC）；

$C_{\text{贝类}t2}$ ——核算期截止时刻贝类的固碳量，单位为吨碳（tC）；

$C_{\text{贝类}t1}$ ——核算期开始时刻贝类的固碳量，单位为吨碳（tC）；

$C_{\text{饵料}}$ ——人工投放饵料的含碳量，单位为吨碳（tC）。

7.1.3.2.2 式（5）中的核算期截止时刻和开始时刻的贝类固存的碳量基于式（6）计算。

$$C_{\text{贝类}} = \sum_{i=1}^N (C_{i\text{贝壳}} + C_{i\text{软组织}}) \dots \dots \dots (6)$$

式中：

$C_{\text{贝类}}$ ——贝类的固碳量，单位为吨碳（tC）；

$C_{i\text{贝壳}}$ ——第 i 种贝类中贝壳里的固碳量，单位为吨碳（tC）；

$C_{i\text{软组织}}$ ——第 i 种贝类中软组织里的固碳量，单位为吨碳（tC）。

7.1.3.2.3 式（6）中的贝壳里的固碳量基于式（7）计算。

$$C_{i\text{贝壳}} = P_{\text{贝}i} \times K_{\text{贝}i} \times R_{i\text{贝壳}} \times CF_{i\text{贝壳}} \dots \dots \dots (7)$$

式中：

$P_{\text{贝}i}$ ——第 i 种贝类的湿重，单位为吨（t）；

$K_{\text{贝}i}$ ——第 i 种贝类湿重与干重之间的转换系数，单位为百分比（%）；

$R_{i\text{贝壳}}$ ——第*i*种贝类干重状态下的贝壳干质量占比，单位为百分比（%）；

$CF_{i\text{贝壳}}$ ——第*i*种贝类贝壳的含碳率，单位为吨碳每吨（tC/t）。

注：因各种原因导致贝类的贝壳和软组织分离、贝壳不完整的情况，单独核算半壳贝类中贝壳固存的碳量。

7.1.3.2.3 式（6）中的贝类中软组织里的固碳量基于式（8）计算。

$$C_{i\text{软组织}} = P_{\text{页}i} \times K_{\text{页}i} \times R_{i\text{软组织}} \times CF_{i\text{软组织}} \dots \dots \dots (8)$$

式中：

$C_{i\text{软组织}}$ ——第*i*种贝类中软组织里的固碳量，单位为吨碳（tC）；

$R_{i\text{软组织}}$ ——第*i*种贝类干重状态下的软组织干质量占比，单位为百分比（%）；

$CF_{i\text{软组织}}$ ——第*i*种贝类软组织的含碳率，单位为吨碳每吨（tC/t）。

7.1.4 红树植物碳储量变化的CO₂固存量

7.1.4.1 红树植物碳储量变化的CO₂固存量的计算

红树植物碳储量变化的CO₂固存量按式（9）计算。

$$CO_{2\text{红树植物}} = \Delta CO_{2\text{红树灌木林}} + \Delta CO_{2\text{红树乔木林}} \dots \dots \dots (9)$$

式中：

$CO_{2\text{红树植物}}$ ——红树植物碳储量变化的CO₂固存量，单位为吨（t）；

$\Delta CO_{2\text{红树灌木林}}$ ——红树灌木林碳储量变化的CO₂固存量，单位为吨（t）；

$\Delta CO_{2\text{红树乔木林}}$ ——红树乔木林碳储量变化的CO₂固存量，单位为吨（t）。

7.1.4.2 红树灌木林碳储量变化的CO₂固存量的计算

式（9）中的红树灌木林碳储量变化的CO₂固存量基于式（10）计算。

$$\Delta CO_{2\text{红树灌木林}} = \sum_{i=1}^N \Delta A_i \times B_i \times CF_i \times \frac{44}{12} \dots \dots \dots (10)$$

式中：

$\Delta CO_{2\text{红树灌木林}}$ ——红树灌木林碳储量变化的CO₂固存量，单位为吨（t）；

ΔA_i ——核算期内第*i*种红树灌木的面积变化，单位为公顷（hm²）；

B_i ——第*i*种红树灌木单位面积生物量，单位为吨干物质每公顷（t/hm²）；

CF_i ——第*i*种红树灌木生物量含碳率，单位为吨碳每吨（tC/t）；

7.1.4.3 红树乔木林碳储量变化的CO₂固存量计算方法

7.1.4.3.1 式（9）中红树乔木林碳储量变化的CO₂固存量可按照图2所示选择。

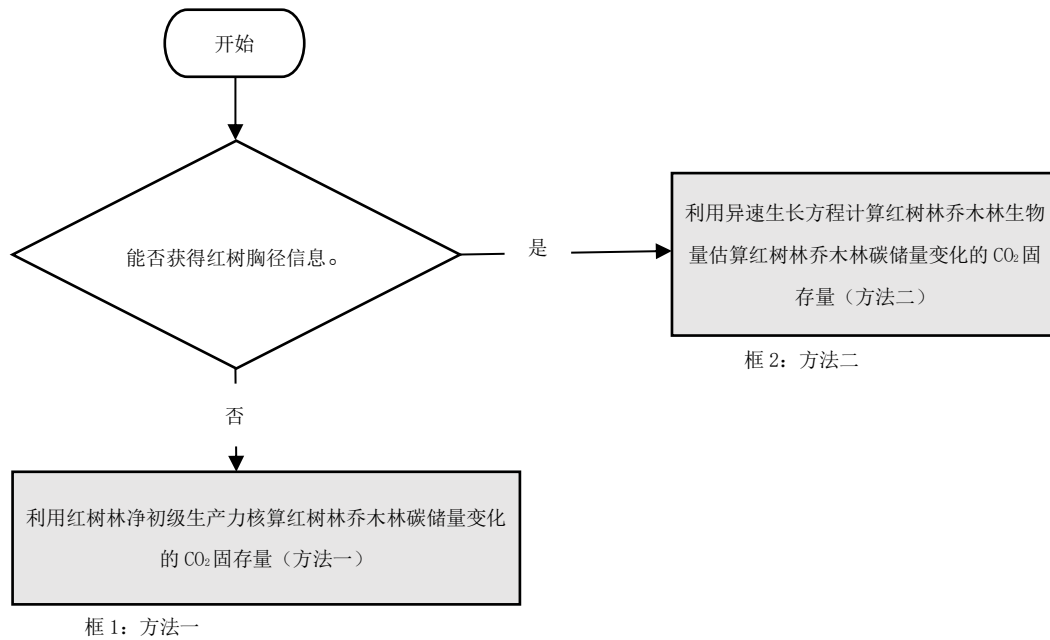


图2 红树林乔木林碳储量变化的 CO₂ 固存量核算方法决策树

7.1.4.3.2 利用红树林净初级生产力核算红树林乔木林碳储量变化的CO₂固存量，可参考HY/T 0349—2022中4.2.3计算，基于式（11）计算。

$$\Delta CO_{2\text{红树乔木林}} = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (A_{i,j} \times P_{i,j}) \times T \times \frac{44}{12} \dots \dots \dots (11)$$

式中：

- $\Delta CO_{2\text{红树乔木林}}$ ——红树乔木林碳储量变化的CO₂固存量，单位为吨（t）；
- $A_{i,j}$ ——第i个站点第j个树种红树林面积，单位为公顷（hm²）；
- $P_{i,j}$ ——第i个站点第j个树种红树植物年碳净初级生产力，单位为吨碳每公顷每年（tC/hm²/a）；
- T ——核算期时长，单位为年（a）；
- N ——站点数量；
- M ——树种数量。

7.1.4.3.3 利用异速生长方程计算红树林乔木林生物量估算红树林乔木林碳储量变化的 CO₂ 固存量，基于式（12）计算。

$$\Delta CO_{2\text{红林乔木林}} = [\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (A_{i,j,t2} \times B(DBH, H, \rho)_{i,j,t2} \times CF_{i,j}) - \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (A_{i,j,t1} \times B(DBH, H, \rho)_{i,j,t1} \times CF_{i,j}) + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (A_{i,j,t2} \times B_{i,j,凋落物} \times CF_{凋落物,i,j})] \times \frac{44}{12} \dots \dots \dots (12)$$

式中：

- $\Delta CO_{2\text{红树乔木林}}$ ——红树乔木林碳储量变化的CO₂固存量，单位为吨（t）；
- $A_{i,j,t2}$ ——核算期截止时刻第i个站点第j个树种红树林面积，单位为公顷（hm²）；
- $A_{i,j,t1}$ ——核算期开始时刻第i个站点第j个树种红树林面积，单位为公顷（hm²）；
- $B(DBH, H, \rho)_{i,j,t2}$ ——核算期截止时刻第i个站点第j个树种红树乔木林单位面积生物量，单位为吨干物质每公顷（t/hm²）；

$B (DBH, H, \rho)_{i, j, t}$ ——核算期开始时刻第*i*个站位第*j*个树种红树乔木林单位面积生物量，单位为吨干物质每公顷 (t/hm^2)；

$B_{i, j, 凋落物}$ ——核算期内第*i*个站位第*j*个树种红树乔木林凋落物单位面积生物量，单位为吨干物质每公顷 (t/hm^2)；

$CF_{i, j}$ ——红树植物生物量含碳率，单位为吨碳每吨 (tC/t)；

$CF_{凋落物, i, j}$ ——红树林凋落物生物量含碳率，单位为吨碳每吨 (tC/t)。

注1: $B (DBH, H, \rho)$ 指由胸径 (DBH)、树高 (H) 和密度 (ρ) 构建的红树植物异速生长方程，用于计算红树植物生物量。可根据不同的异速生长方程，选用或不用树高和密度。

注2: 核算期内幼龄林和中龄林，分别核算单位面积生物量。

7.1.5 盐沼植物碳储量变化的 CO_2 固存量

盐沼植物碳储量变化的 CO_2 固存量按式 (13) 计算。

$$CO_{2 \text{ 盐沼植物}} = \Delta A \times B \times CF \times \frac{44}{12} \dots \dots \dots (13)$$

式中:

$CO_{2 \text{ 盐沼植物}}$ ——盐沼植物碳储量变化的 CO_2 固存量，单位为吨 (t)；

ΔA ——核算期内盐沼植物的面积变化，单位为公顷 (hm^2)；

B ——盐沼植物平均单位面积生物量，单位为吨干物质每公顷 (t/hm^2)；

CF ——生物量含碳率，单位为吨碳每吨 (tC/t)；

$\frac{44}{12}$ —— CO_2 与C的相对分子质量之比。

7.1.6 沉积物的 CO_2 固存量

沉积物的 CO_2 固存量按式 (14) 计算。

$$CO_{2 \text{ 沉积物}} = \sum_{i=1}^N \rho_i \times S_i \times R_i \times T \times \frac{1}{10} \times A_i \times \frac{44}{12} \dots \dots \dots (14)$$

式中:

$CO_{2 \text{ 沉积物}}$ ——沉积物的 CO_2 固存量，单位为吨 (t)；

ρ_i ——第*i*种沉积物容量，单位为千克/立方米 (kg/m^3)；

S_i ——第*i*种沉积物有机碳含量，单位为吨碳每吨 (tC/t)；

R_i ——第*i*种沉积物沉积速率，单位为米/年 (m/a)；

T ——核算期时长，单位为年 (a)；

A_i ——第*i*种沉积物所占面积，单位为公顷 (hm^2)；

$\frac{44}{12}$ —— CO_2 与C的相对分子质量之比。

7.2 活动碳汇量核算方法

7.2.1 活动碳汇总碳汇量

活动碳汇的总碳汇量按式 (15) 计算。

$$CO_{2 \text{ 人为干预活动}} = CO_{2 \text{ 养殖藻类}} + CO_{2 \text{ 养殖贝类、螺类、甲壳动物}} + CO_{2 \text{ 红树林复种}} + CO_{2 \text{ 红树林管养}} + CO_{2 \text{ 盐沼植物复种}} + CO_{2 \text{ 盐沼植物管养}} \dots \dots \dots (15)$$

式中:

7.6 汇总碳汇量

将各吸收汇的海洋碳汇量汇总并形成文件，相关示例见A.3。

8 数据质量管理与改进

8.1 数据质量管理

8.1.1 数据质量管理流程见图3。

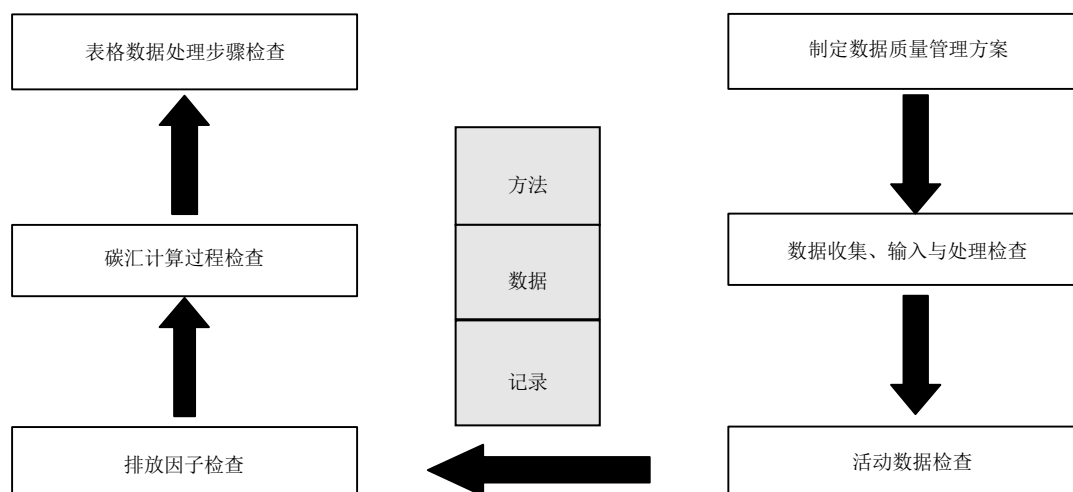


图3 数据质量管理流程图

8.1.2 为保证效率和完整性，建立数据质量管理体系宜符合附录D的规定。数据质量管理方案见表1。

表1 数据质量管理方案

| 数据质量管理过程 | 核对内容 |
|--------------|--|
| 数据收集、输入与处理检查 | 核对输入数据样本的错误 对于数据完整性的确定 确保对电子文档实施适当的版本控制规程 |
| 活动数据检查 | 确保活动数据统计的完整性 核对活动数据计算的正确性 核证活动数据检测的准确性 不同统计方法对活动数据的交叉检验 |
| 排放因子检查 | 核对排放因子的单位及转换 确认排放因子的合理性 核对转换系数 确认系数转换过程的正确性 确保排放因子的时效性 |
| 碳汇计算过程检查 | 核算方法是否正确 与历年数据的比较 |
| 表格数据处理步骤检查 | 核对是否对工作表的输入数据和计算获得的数据做了明确的区分 |

9 编制海洋碳汇核算报告

9.1 海洋碳汇核算报告包括：

- a) 海洋碳汇资源概述；
- b) 对核算期和核算边界的描述；
- c) 对海洋碳汇吸收汇的识别；
- d) 海洋碳汇核算方法说明；
- e) 海洋碳汇数据来源与排放因子的选择；
- f) 海洋碳汇核算结果汇总；
- g) 不确定性分析及数据质量管理；
- h) 核算过程中参考文件及数据来源资料。

9.2 海洋碳汇核算报告框架见附录 F。

附 录 A
(资料性)
海洋碳汇核算辅助表格

A.1 吸收汇识别表

表A.1给出了吸收汇识别表。

表A.1 吸收汇识别表

| 序号 | 碳汇类别 | 是否存在 | 项目/活动描述 | 备注 |
|----|---|---|---------|----|
| 1 | 浮游植物和底栖植物碳储量变化的 CO ₂ 固存量 (+) | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 | | |
| 2 | 贝类、螺类、甲壳动物的 CO ₂ 固存量 (+) | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 | | |
| 3 | 红树植物碳储量变化的 CO ₂ 固存量 (+/-) | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 | | |
| 4 | 盐沼植物碳储量变化的 CO ₂ 固存量 (+/-) | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 | | |
| 5 | 沉积物的 CO ₂ 固存量 (+) | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 | | |
| 6 | 养殖藻类的 CO ₂ 固存量 (+) | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 | | |
| 7 | 养殖贝类、螺类、甲壳动物的 CO ₂ 固存量 (+) | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 | | |
| 8 | 红树林复种的 CO ₂ 固存量 (+) | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 | | |
| 9 | 红树林管养的 CO ₂ 固存量 (+/-) | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 | | |
| 10 | 盐沼植物复种的 CO ₂ 固存量 (+) | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 | | |
| 11 | 盐沼植物管养的 CO ₂ 固存量 (+/-) | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 | | |

A.2 活动数据收集表

表A.2给出了活动数据收集表。

表A.2 活动数据收集表

| 基本信息 | | | | | 活动数据 | | | | | | | | | 备注 ^c |
|-------|------|-------|------|--------|------|-----------------|----|------|------|------|------|-------------------|--------|-----------------|
| 序号 | 碳汇领域 | 项目/活动 | 数据类别 | 海洋碳汇种类 | 值 | 单位 ^a | 来源 | 监测方式 | 监测频率 | 数据类别 | 数据评分 | 证据类型 ^b | 证据保存部门 | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

^a 活动数据单位的填写与附录 C 排放因子的单位相关联；
^b 证据类型为活动数据佐证资料种类及留存形式；
^c 若数据经 CMA 认定，进行备注说明。

A.3 海洋碳汇汇总表

表A.3给出了海洋碳汇汇总表。

表A.3 海洋碳汇汇总表

| 序号 | 项目/活动 | 类别 | CO ₂ (吨) | 备注 |
|----|-------|------|---|----|
| 1 | | 总碳汇 | 浮游植物和底栖植物碳储量变化的 CO ₂ 固存量 (+) | |
| 2 | | | 贝类、螺类、甲壳动物的 CO ₂ 固存量 (+) | |
| 3 | | | 红树植物碳储量变化的 CO ₂ 固存量 (+/-) | |
| 4 | | | 盐沼植物碳储量变化的 CO ₂ 固存量 (+/-) | |
| 5 | | | 沉积物的 CO ₂ 固存量 (+) | |
| 合计 | | | | |
| 7 | | 活动碳汇 | 养殖藻类的 CO ₂ 固存量 (+) | |
| 8 | | | 养殖贝类、螺类、甲壳动物的 CO ₂ 固存量(+) | |
| 9 | | | 红树林复种的 CO ₂ 固存量 (+) | |
| 10 | | | 红树林管养的 CO ₂ 固存量 (+/-) | |
| 11 | | | 盐沼植物复种的 CO ₂ 固存量 (+) | |
| 13 | | | 盐沼植物管养的 CO ₂ 固存量 (+/-) | |
| 合计 | | | | |

附录 B
(资料性)

常见吸收汇的活动数据来源

常见吸收汇的活动数据来源包括以下内容：

- a) 核算边界面积，可通过遥感解译、政府部门权威文件等方式获得；
- b) 藻类的湿重，可通过样方调研、遥感解译、密度计算等多种方式结合获得；
- c) 生物量含碳率和湿干重转换系数，可采用 GB 17378.7—2007 第 7 章的调查方法或通过文献查询等方式获得；
- d) 饵料需记录含碳量和投放量等数据，根据实际投放量及饵料种类进行核算；
- e) 沉降物沉积速率采用标志桩法测定。标桩材料为水泥桩或涂防锈漆的金属杆，其顶端制作一个 $\times 10$ 的测量平台。标桩长度以到达基岩或标桩不能自主下陷为限。测量点的位置必须固定，宜设在以标桩为中心的正东、正南、正北和正西的 4 个方向上，距离标桩中心 30cm 范围内的 1 个或几个点。测量时把长 m 的水平尺放在测量平台，用指南针确定方向，调整水平尺处在水平状态，用重锤线测量水平尺到滩面的高度。测量值精确到 1mm，监测频率为每年 1 次，前后两次的滩面高度差即为沉积速率；
- f) 容重可采用 NY/T 1121.4 进行测定；
- g) 有机碳含量等数据可采用 GB 17378.5—2007 第 18 章进行采样测定，沉积速率也可采用 RSET-MH 法或放射性同位素法测定；
- h) 红树植物及盐沼植物的面积、蓄积量，可通过遥感解译、政府部门权威文件和管养单位相关文件等方式获得，亦可选择适合特定红树乔木林树种的异速生长方程进行生物量计算；
- i) 红树林灌木林及盐沼植物单位面积生物量可采用遥感监测或文献查询等方式获得；
- j) 红树林乔木林凋落物单位面积生物量，可通过悬挂凋落物收集框定期收集凋落物，通过烘干、称重，测量各物种的凋落物碳含量。
- k) 红树林其他数据监测可采用 HY/T 081 进行数据获取。

附 录 C
(资料性)
海洋碳汇核算参数

C.1 部分藻类成藻的核算相关系数参考值

表C.1给出了部分藻类成藻的核算相关系数参考值。

表 C.1 部分藻类成藻的核算相关系数参考值

| 种类 | 干湿重转换系数 (%) | 含碳率 (%) |
|------|-------------|---------|
| 海带 | 20 | 31.20 |
| 石莼 | 20 | 27.10 |
| 提克江蓠 | 20 | 28.40 |
| 条斑紫菜 | 20 | 41.96 |
| 龙须菜 | 20 | 31.93 |
| 裙带菜 | 20 | 28.81 |
| 石花菜 | 20 | 26.37 |
| 鼠尾藻 | 20 | 30.97 |
| 其他藻类 | 20 | 30.36 |

注：参考值来源于HY/T 0349—2022。

C.2 部分贝类成贝的核算相关系数参考值

表C.2给出了部分贝类成贝的核算相关系数参考值。

表 C.2 部分贝类成贝的核算相关系数参考值

| 种类 | 干湿重转换系数 (%) | 贝壳干质量占比 (%) | 软组织干质量占比 (%) | 贝壳含碳率 (%) | 软组织含碳率 (%) |
|------|-------------|-------------|--------------|-----------|------------|
| 蛤 | 52.55 | 98.02 | 1.98 | 44.90 | 11.52 |
| 扇贝 | 63.89 | 85.65 | 14.35 | 36.74 | 10.34 |
| 牡蛎 | 65.10 | 93.86 | 6.14 | 43.87 | 11.44 |
| 贻贝 | 75.28 | 91.53 | 8.47 | 45.98 | 12.68 |
| 其他贝类 | 64.21 | 88.59 | 11.41 | 42.84 | 11.40 |

注：参考值来源于HY/T 0349—2022。

C.3 福田区红树林净初级生产力

表C.3给出了福田区红树林净初级生产力。

表 C.3 福田区红树林净初级生产力

| 树种 | 净初级生产力 (tC/hm ² /a) |
|-----|--------------------------------|
| 白骨壤 | 8.75 |
| 秋茄 | 7.67 |

表 C.3 福田区红树林净初级生产力 (续)

| 树种 | 净初级生产力 (tC/hm ² /a) |
|-------------------|--------------------------------|
| 海桑 | 9.60 |
| 无瓣海桑 | 11.87 |
| 注1: 适用福田区红树林碳汇核算。 | |

C.4 红树林凋落物生物量含碳率

表C.4给出了红树林凋落物生物量含碳率。

表 C.4 红树林凋落物生物量含碳率

| 适用对象 | 凋落物生物量含碳率 (%) |
|-------|---------------|
| 福田区秋茄 | 47.27 |

C.5 红树林土壤有机碳含量及容重

表C.5给出了红树林土壤有机碳含量及容重。

表 C.5 红树林土壤有机碳含量及容重

| 地区 | 有机碳含量 (tC/t) | 容重 (g/cm ³) |
|----|--------------|-------------------------|
| 深圳 | 0.014±0.0006 | 0.89 |

附录 D
(资料性)
建立海洋碳汇数据质量管理体系

D.1 确定职责权限

确定海洋碳汇核算的岗位和人员，以及相应的职责和权限，并体现在海洋碳汇数据质量管理程序文件中。职责和权限的描述清晰明确，避免权责不清。

D.2 人员培训

对参与海洋碳汇核算工作的相关人员进行培训，包括首次工作时对相关人员进行培训和在后续年份开展的持续性培训。

D.3 建立管理程序文件

D.3.1 文件和记录管理程序

D.3.1.1 建立和保持用于文件和记录的保管程序。

D.3.1.2 保存和维护用于海洋碳汇核算、编制和保持的文档，以便核查。该文档无论是纸质的、电子的还是其他格式的，按照文件和记录管理程序的要求进行管理。

D.3.2 海洋碳汇核算程序

包括核算边界、核算期的确定、吸收汇的识别和碳汇量的计算等。

D.3.3 数据质量管理程序

对数据准确性与完整性进行常规检查，定期进行评价，寻求改进数据质量的机会。

附录 E (资料性) 不确定性分析

E.1 概述

不确定性分析包括定性和定量两个方面，定性分析是对不确定性产生原因的分析说明，定量分析是对海洋碳汇固存量的不确定性的计算汇总。

E.2 定性分析

E.2.1 很多原因会导致结果与真实数值不同。有些不确定性原因(如取样误差或仪器准确性的局限性)可能界定明确、容易描述其特性，也有一些不确定性原因较难识别和核算，优良做法是在不确定性分析中尽可能解释并记录所有不确定性原因。

E.2.2 不确定性原因一般有以下8类：

- a) 缺乏完整性：由于排放机理未被识别或者该排放测量方法还不存在，无法获得测量结果及其他相关数据；
- b) 模型：模型是真实系统的简化，因而不是很精确；
- c) 缺乏数据：在现有条件下无法获得或者非常难于获得某排放所必需的数据。在这些情况下，常用方法是使用相似类别的替代数据，以及使用内推法或外推法作为估算基础；
- d) 数据缺乏代表性：例如已有的排放数据是在发电机组满负荷运行时获得的，而缺少机组启动和负荷变化时的数据；
- e) 样本随机误差：与样本数多少相关，通常可以通过增加样本数来降低这类不确定性；
- f) 测量误差：如测量标准和推导资料的不精确等；
- g) 错误报告或错误分类：由于吸收汇定义不完整、不清晰或有错误；
- h) 丢失数据：如低于检测限度的测量数值。

E.3 定量分析

E.3.1 基本流程

定量分析的基本流程包括：

- a) 确定单个变量的不确定性（如活动数据和排放因子的不确定性）；
- b) 将单个变量的不确定性合并为总不确定性。

E.3.2 单个变量不确定性核算

E.3.2.1 如果数据样本足够大，可以应用标准统计拟合良好性检测，并与专家判断相结合来帮助决定用哪一种概率密度函数来描述数据(如果需要，可对数据进行分割)的变率，以及如何对其进行参数化。通常只要有三个或三个以上的数据点，并且数据是所关注变量的随机代表性样本，那么就有可能应用统计技术来估算许多双参数分布，例如正态分布、对数正态分布的参数值。

E.3.2.2 如果样本较小，参数估算会存在很大的不确定性，此外如果样本非常小，通常不可能依靠统计方法来区别可供选择的参数分布的适合度。理想情况下，碳汇量的估算和不确定性范围均可从特定吸收汇的测量数据中获得，但是实际不可能对每个吸收汇开展类似的工作。因此，更多的时候对排放数据的不确定性评价来源于经验性的评价(例如专家判断)，也可以选择来自公开发布的文件给出的不确定性参考值，如《IPCC国家温室气体清单指南》。

E.3.3 合并不确定性

E.3.3.1 合并不确定性有两种方法，一是使用简单的误差传递公式，二是使用蒙特卡罗或类似的技术，蒙特卡罗主要适用于模型方法。

E.3.3.2 误差传递公式方法包括两个误差传递公式，一是加减运算的误差传递公式，二是乘法运算的误差传递公式。

E.3.3.3 当某一估计值为n个估计值之和或差时，使用加减运算的误差传递公式，通过式(E.1)计算。

$$U_c = \frac{\sqrt{(U_1 \cdot X_1)^2 + (U_2 \cdot X_2)^2 + \dots + (U_n \cdot X_n)^2}}{X_1 + X_2 + \dots + X_n} \dots \dots \dots (E.1)$$

式中：

U_c ——n个估计值之和或差的不确定性，单位为百分比（%）；

$U_1 \dots U_n$ ——n个相加减的估计值的不确定性，单位为百分比（%）；

$X_1 \dots X_n$ ——n个相加减的估计值。

E.3.3.4 当某一估计值为n个估计值之积时，使用乘法运算的误差传递公式，通过式(E.2)计算。

$$U_c = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2} \dots \dots \dots (E.2)$$

式中：

U_c ——n个估计值之积的不确定性，单位为百分比（%）；

$U_1 \dots U_n$ ——n个相乘的估计值的不确定性，单位为百分比（%）。

附录 F
(资料性)
海洋碳汇核算报告框架

F.1 海洋碳汇核算报告封面见图F.1。

深圳市 XXX (区域) 海洋碳汇核算报告

核算期: _____
编写单位: _____ (公章)
编写人: _____
责任人: _____
报告日期: _____

图 F.1 海洋碳汇核算报告封面

F.2 海洋碳汇核算报告内容框架见图F.2。

- 第一章 海洋碳汇资源概况**
- 简要介绍核算区域海洋碳汇资源概况。
- 第二章 核算期和核算边界**
- 2.1 核算期**
- 确定核算期，选择具有可核查的海洋碳汇信息数据的连续时间区间，明确到月份。
- 2.2 核算边界**
- 确定核算边界，对核算边界进行描述。
- 第三章 海洋碳汇核算说明**
- 3.1 吸收汇识别**
- 填写《吸收汇识别表》。核算范围内，不涉及的吸收汇需在此说明，并在后续章节无需编写不涉及的吸收汇吸收储存二氧化碳的情况。
- 3.2 海洋碳汇总碳汇量核算**
- 3.2.1 浮游植物和底栖植物碳储量变化的 CO₂固存量**
- 3.2.1.1 核算方法**
- 说明采用的核算方法，包括公式、参数释义等。若核算方法与指南推荐方法不一致，需说明变更后的核算方法的科学性和合理性。
- 3.2.1.2 活动数据**
- 说明活动数据来源和确定方法。如有计算过程，具体说明核算方法及计算所依据的数据来源。如有多方数据，须相互验证，并说明最后取值的依据。实地调研需描述监测工具和采样方法。
- 3.2.1.3 排放因子数据**
- 说明是采用推荐的排放因子或本地化的排放因子，若采用本地化的排放因子，需简要说明其来源，并在附录给出所有的原始数据。
- 3.2.1.4 核算结果**
- 3.2.2 贝类、螺类、甲壳动物的 CO₂固存量**
- 3.2.3 红树林碳储量变化的 CO₂固存量**
- 3.2.4 盐沼碳储量变化的 CO₂固存量**
- 3.2.5 沉积物的 CO₂固存量**
- 3.3 海洋碳汇活动碳汇量核算**
- 3.3.1 养殖藻类的 CO₂固存量**
- 3.3.2 养殖贝类、螺类、甲壳动物的 CO₂固存量**
- 3.3.3 红树林复种的 CO₂固存量**
- 3.3.4 红树林管养的 CO₂固存量**
- 3.3.5 盐沼植物复种的 CO₂固存量**
- 3.3.6 盐沼植物管养的 CO₂固存量**

图 F.2 海洋碳汇核算报告内容框架

3.4 特殊情况说明

对于在核算边界内未核算的海洋碳汇，说明未核算理由。

对于因为自然灾害引起核算边界内碳汇资源的损害，说明详细信息。

第四章 海洋碳汇核算结果

填写《海洋碳汇汇总表》，分别汇总海洋碳汇总碳汇量和活动碳汇量。

第五章 不确定性分析

5.1 定性分析

说明不确定性产生的原因。

5.2 定量分析

计算汇总海洋碳汇量的不确定性。

第六章 数据质量管理

调查收集凡能证明数据真实性和准确性的佐证资料，以确保数据的可信度，填写下表，确认数据管理内容是否完成。

表（1） 数据质量管理确认表

| 数据质量 | 管理内容 | 管理确认 |
|--------------|-------------------------------|---|
| 数据收集、输入与处理检查 | 核对输入数据样本的错误； | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 |
| | 对于数据完整性的确定； | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 |
| | 确保对电子文档实施适当的版本控制规程。 | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 |
| 活动数据检查 | 确保活动数据统计的完整性； | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 |
| | 核对活动数据计算的正确性； | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 |
| | 核证活动数据检测的准确性 | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 |
| | 不同统计方法对活动数据的交叉检验。 | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 |
| 排放因子检查 | 核对排放因子的单位及转换； | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 |
| | 确认排放因子的合理性； | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 |
| | 核对转换系数； | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 |
| | 确认系数转换过程的正确性； | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 |
| | 确保排放因子的时效性。 | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 |
| 碳汇计算过程检查 | 核算方法是否正确； | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 |
| | 与历年数据的比较。 | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 |
| 表格数据处理步骤检查 | 核对是否对工作表的输入数据和计算获得的数据做了明确的区分； | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 |
| | 手工或电子的方式核对具有代表性的计算样本； | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 |
| | 核对所有吸收汇类别、业务单元等的的数据汇总； | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 |
| | 核对输入和计算在时间序列上的一致性； | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 |
| | 同类吸收汇不同部门的交叉比较。 | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 |

图 F.2 海洋碳汇核算报告内容框架（续）

参 考 文 献

- [1] GB/T 15919—2010 海洋学术语 海洋生物学
- [2] GB 17378.5—2007 海洋监测规范 第5部分：沉积物分析
- [3] GB 17378.7—2007 海洋监测规范 第7部分：近海污染生态调查和生物监测
- [4] GB/T 39792.2—2020 生态环境损害鉴定评估技术指南 环境要素 第2部分：地表水和沉积物
- [5] HY/T 081—2005 红树林生态监测技术规程
- [6] HY/T 0349—2022 海洋碳汇核算方法
- [7] NY/T 1121.4—2006 土壤检测 第4部分：土壤容重的测定
- [8] SZDB/Z 69—2018 组织的温室气体排放量化和报告指南
- [9] AR-CM-001 碳汇造林项目方法学
- [10] ISO 14064-2:2019 Greenhouse gases—Part 2: Specification with guidance at the project level for quantification, monitoring and reporting of greenhouse gas emission reductions or removal enhancements
- [11] Greenhouse gas protocol:Greenhouse gas accounting tool for Chinese cities(pilot version 1.0)
- [12] 广东省生态环境厅. 广东省市县（区）温室气体清单编制指南（试行）：2020年
- [13] 霍华德, 霍伊特. 滨海蓝碳：红树林、盐沼、海草床碳储量和碳排放因子评估方法[M]. 陈鹭真译. 厦门:厦门大学出版社, 2018.
- [14] 彭聪姣, 钱家炜, 郭旭东, 等. 深圳福田红树植物碳储量和净初级生产力[J]. 应用生态学报, 2016, 27(7):2059-2065.
- [15] 覃国铭, 张靖凡, 周金戈, 等. 广东省红树林土壤碳储量及固碳潜力研究[J], 热带地理, 2023, 43(1):23-30.
- [16] 毛子龙, 杨小毛, 赵振业, 等. 深圳福田秋茄红树林生态系统碳循环的初步研究[J], 生态环境学报, 2012, 21(7):1189-1199.
- [17] Verra.VM0024 Methodology for Coastal Wetland Creation,v1.0 [EB/OL].[2023-03-09]. <https://verra.org/methodologies/vm0024-methodology-for-coastal-wetland-creation-v1-0/>.
- [18] CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM.AR-AM0014 A/R Large-scale Methodology Afforestation and reforestation of degraded mangrove habitats,Version 03.0,Sectoral scope(s): 14 [EB/OL]. [2023-03-09]. <https://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/KMH608T6RL3P5XKNBQE2N359QG7KOE>.
- [19] Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize, S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. and Federici, S. .2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories[R].International Panel on Climate Change, 2019.
- [20] Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Jamsranjav, B., Fukuda M. and Troxler, T. .2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands[R]. International Panel on Climate Change, 2013.